

ผลของอาหารผสมเสร็จหมักจากเปลือกตาลอ่อนต่อการย่อยได้ของโภชนะ ในหลอดทดลองและผลผลิตก๊าซ

Effect of fermented total mixed ration (FTMR) from sugar palm peel on in vitro digestibility and gas production

พรพรรณ แสนภูมิ^{1*}, อนันท์ เชาว์เครือ¹, สุภาวดี จิมทอง¹, วสุนันท์ นิมอนงค์¹,
ณัฐนิชา สุตโต¹ และ อัญชิสา เนตรอ่อน¹

Pornpan Saenphoom^{1*}, Anan Chaokaur¹, Suphavadee Chimtong¹,
Wasunan Nimanong¹, Nattanicha Sutto¹ and Aunchisa Net-on¹

บทคัดย่อ: การทดลองในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของอาหารผสมเสร็จหมัก (Fermented total mixed ration, FTMR) จากเปลือกตาลอ่อนต่อการย่อยได้ของโภชนะในหลอดทดลองและผลผลิตแก๊ส โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง ๆ ละ 5 ซ้ำ คือ อาหาร FTMR ที่มีระดับเปลือกตาล 70% (กลุ่มการทดลองที่ 1), 60% (กลุ่มการทดลองที่ 2) และ 50% (กลุ่มการทดลองที่ 3) ทำการหมักในสภาวะไร้ออกซิเจนระยะเวลา 21 วัน จากการศึกษา พบว่า ลักษณะทางกายภาพของอาหาร FTMR ที่มีระดับเปลือกตาล 50% ดีกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ๆ ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร FTMR ในแต่ละกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) โดยอาหาร FTMR ที่มีระดับเปลือกตาล 70% มีค่าโปรตีนหยาบและเซลลูโลสสูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ๆ โดยมีค่า 31.30% และ 17.83% นอกจากนี้สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบและอินทรีย์วัตถุในหลอดทดลองและปริมาณผลผลิตแก๊สสะสมของอาหาร FTMR ในแต่ละกลุ่มการทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยอาหาร FTMR ที่มีระดับเปลือกตาล 50% มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ (56.85% และ 71.22%) และปริมาณผลผลิตแก๊สสะสม (93.10 ml และ 126.35 ml) สูงกว่าอาหาร FTMR ในกลุ่มการทดลองอื่น ๆ ณ ชั่วโมงที่ 24 และ 48 ตามลำดับ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าอาหาร FTMR จากเปลือกตาลอ่อนสามารถนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์เพื่อทดแทนแหล่งอาหารหยาบในช่วงฤดูแล้งได้เนื่องจากมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้และปริมาณผลผลิตแก๊สที่สูง

คำสำคัญ: อาหารผสมเสร็จหมัก, เปลือกตาลอ่อน, สัมประสิทธิ์การย่อยได้, ผลผลิตแก๊ส

ABSTRACT: The objective of this experiment was to study effect of fermented total mixed ration (FTMR) from sugar palm peel on in vitro digestibility and gas production designed in a completely randomized design (CRD) with 3 treatments and 5 replicates for each treatment. The treatment consisted of fermented sugar palm peel at 70% (T1), 60% (T2) and 50% (T3). All treatments were fermented under an anaerobic condition for 21 days. The result showed that FTMR from sugar palm peel at 50% had better physical characteristic than other treatments. Chemical compositions were significantly different among treatment ($P < 0.01$). FTMR from sugar palm peel at 70% had higher crude protein and cellulose than other treatments which were 31.30%

¹ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี

Faculty of Animal Sciences and Agricultural Technology, Silpakorn University Phetchaburi IT Campus

* Corresponding author: saenphoompp@hotmail.com , SAENPHOOM_P@silpakorn.edu

and 17.83% respectively. In addition, IVDMD, IVOMD and cumulative gas production were significantly different among treatment ($P < 0.05$). FTMR from sugar palm peel at 50% had higher IVDMD (56.85% and 71.22%) and cumulative gas production (93.10 ml and 126.35 ml) at 24 and 48 hours respectively, Therefore, it concluded that FTMR from sugar palm peel can use as silage and roughage substitution during dry season because this ratio had higher in vitro digestibility and gas production.

Keywords: feed conversion ratio, broiler, temperature, light intensity, wind speed

บทนำ

เปลือกตาลสด (Sugar palm peel) จัดเป็นเศษเหลือทิ้งในเขตจังหวัดเพชรบุรี โดยตาลอ่อน 1 ทะลายจะประกอบด้วยผลตาลสด 60% และส่วนของขั้วและก้านตาล 40% ซึ่งผลตาลสดจะมีส่วนของลอนตาลอ่อนเพียง 10% ส่วนอีก 50% เป็นในส่วนของเปลือกตาล จะเห็นได้ว่าผลตาลสดจะมีส่วนที่เหลือทิ้งจากก้านตาล ขั้วตาล และเปลือกตาลถึง 90% (จันทร์เพ็ญและพิทักษ์, 2554) เปลือกตาลสดมีความชื้นประมาณ 82%, มีโปรตีนประมาณ 3.98%, ไขมันประมาณ 0.7% มีเยื่อใยเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะเฮมิเซลลูโลสประมาณ 20.61%, เซลลูโลสประมาณ 28.56% และมีค่าพลังงานรวมประมาณ 3,645 แคลอรี/กรัม (โดยน้ำหนักแห้ง) (Saenphoom et al., 2016) ซึ่งที่ผ่านมาเปลือกตาลสดสามารถนำไปใช้เหมาะเป็นแหล่งอาหารหยาบ จากการศึกษาของ พรพรรณ และคณะ (2559) พบว่าการใช้เปลือกตาลอ่อนหมักทดแทนใบกระถินสดในการเลี้ยงแพะในอัตราส่วน 50:50 เนื่องจากแพะที่ได้รับเปลือกตาลอ่อนหมักมีการย่อยได้ของวัตถุดิบไม่แตกต่างกับแพะที่ได้รับใบกระถินสด (58.61% vs 56.19%) ส่งผลให้มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีที่สุดในปัจจุบัน อาหารแบบอาหารผสมเสร็จ (Total mixed ration; TMR) เป็นการจัดการให้อาหารสัตว์เคี้ยวเอื้องในรูปแบบหนึ่งที่มีการนำใช้โดยเป็นการนำอาหารหยาบ และอาหารข้นมาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยต้องคำนวณสัดส่วนของอาหารทั้ง 2 ชนิดจากน้ำหนักแห้งให้ได้ตรงตามความต้องการโภชนาการของสัตว์เคี้ยวเอื้อง และทำการผสมอาหารขึ้นก่อนนำไปเลี้ยงสัตว์ซึ่งอาหาร TMR สามารถช่วยควบคุมความเป็นกรด – ด่างในกระเพาะรูเมนได้

อย่างเหมาะสมกับการทำงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะรูเมนมากกว่าการให้อาหารหยาบและอาหารข้นแยกกัน (วิโรจน์, 2559) แต่อาหารผสมเสร็จที่ใช้อาหารหยาบรูปแบบสดมีข้อจำกัดทางด้านอายุการจัดเก็บรักษา ในปัจจุบันจึงได้ปรับระบบการจัดการอาหารในรูปแบบอาหารผสมเสร็จหมัก (Fermented total mixed ration; FTMR) เป็นการหมักโดยการนำอาหารข้นและอาหารหยาบผสมกันและทำการหมักตามระยะเวลาที่กำหนด โดยมีความชื้นที่เหมาะสมประมาณ 45% สำหรับข้อดีในการให้อาหารผสมเสร็จหมัก (FTMR) มีหลายด้าน เช่น ช่วยลดฝุ่น อาหารมีความนุ่มเพิ่มความน่ากิน และการย่อยได้ของวัตถุดิบ รวมทั้งลดการเกิดก๊าซมีเทนได้ดีกว่าอาหารผสมสำเร็จรูป (TMR) (ไกรสิทธิ์และคณะ 2549; Yangklang et al., 2004; Xu et al., 2007; Cao et al., 2010; Kim et al., 2012) จากการศึกษาของ ไกรสิทธิ์ และคณะ (2549) พบว่า โคที่ได้รับอาหารผสมเสร็จหมักมีประสิทธิภาพการใช้อาหารที่ดีขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับการรายงานของ สมศักดิ์ และคณะ (2553) พบว่า แพะกินอาหารผสมเสร็จหมักมีการย่อยได้ของอาหารผสมเสร็จหมักได้ดีขึ้น ในอาหารผสมเสร็จหมักที่มีสัดส่วนอาหารข้นต่ออาหารหยาบเท่ากับ 60:40 (โดยน้ำหนักสด) นอกจากนี้การใช้พืชอาหารสัตว์นำมารวมหมักแล้วยังสามารถนำเอาเศษเหลือทางการเกษตรมาใช้เป็นอาหารหยาบ เพื่อทดแทนพืชอาหารสัตว์ในรูปแบบการหมัก (Silage) เป็นการลดต้นทุนการผลิตและลดปัญหาการกำจัดของเสีย ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเอาเปลือกตาลสดมาใช้เป็นอาหารผสมเสร็จหมัก เพื่อศึกษาผลของอาหารผสมเสร็จหมักจากเปลือกตาลอ่อนต่อการย่อยได้ของโภชนาการในหลอดทดลองและผลผลิตก๊าซ

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างวัตถุดิบ

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเปลือกตาลในเขตพื้นที่จังหวัดเพชรบุรีโดยนำตัวอย่างมาสับเป็นชิ้นเล็กๆ (2-3cm.) จากนั้นนำเปลือกตาลและอาหารขึ้นมาสวมกันตาม

อัตราส่วนต่าง ๆ (Table 1) ทำการอัดลงในถุงหมักพร้อมใส่อากาศออกให้หมดโดยบรรจุอาหารหมักขนาด 3 กก./ถุง และมัดปากถุงให้สนิทหมักในสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic) ที่อุณหภูมิ 30°C เป็นเวลา 21 วัน

Table 1 Ingredients of experimental treatments (as freshbasis)

Feedstuff (kg.)	FTMR ^{1/}		
	T1	T2	T3
Sugar palm peel	70.00	60.00	50.00
Soybean meal44%	16.00	15.00	14.00
Palm kernel meal	5.00	5.00	5.00
Corn meal	3.00	14.00	25.00
Molasses	2.00	2.00	2.00
Urea	1.00	1.00	1.00
Mineral	2.00	2.00	2.00
Salt	1.00	1.00	1.00
Total	100.00	100.00	100.00

^{1/} T1 = FTMR from sugar palm peel at70%, T2 = FTMR from sugar palm peel at 60%, T3 = FTMR from sugar palm peel at 50%

กลุ่มการทดลองและการวางแผนการทดลอง

โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design; CRD) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มการทดลอง ๆ ละ 5 ซ้ำ ดังนี้อาหาร FTMR จากเปลือกตาลอ่อนที่ระดับ 70% (กลุ่มการทดลองที่ 1), 60% (กลุ่มการทดลองที่ 2) และ 50% (กลุ่มการทดลองที่ 3)

การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำตัวอย่างอาหาร FTMR มาประเมินลักษณะทางกายภาพโดยตรวจวัดสี, กลิ่น และลักษณะตามเกณฑ์ตามวิธีของ กรมปศุสัตว์ (2547) โดยใช้ผู้ประเมินจำนวน 37 คน จากนั้นนำอาหาร FTMR ในแต่ละกลุ่มการทดลองไปอบที่อุณหภูมิ 60°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาบดผ่านตะแกรงขนาด 1 mm. เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีตามวิธีของ AOAC (1990) และ Van Soest et al. (1991) จากนั้นทำการ

เก็บของเหลวจากกระเพาะรูเมน (Rumen fluid) ของโคลูกผสมพันธุ์ไฮสไตนีฟรียีน จำนวน 2 ตัว โดยทำการเก็บ Rumen fluid (ประมาณ 2,000 ml) ก่อนให้อาหารโคในช่วงเช้าเวลา 7.00 น. จากนั้นนำ rumen fluid มาผสมร่วมกับสารละลายบัฟเฟอร์ (pH 6-7) โดยมีสารละลายแร่ธาตุหลัก และแร่ธาตุรองต่าง ๆ ภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจนที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 39°C แล้วดูดสารละลายผสมปริมาตร 40 ml. บรรจุใส่ขวดทดลองที่มีตัวอย่าง 0.5g นำขวดทดลองเข้าบ่มที่อุณหภูมิ 39°C จากนั้นทำการวัดค่า IVDMD และ IVOMD ที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และทำการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ (*In vitro* dry matter digestibility: IVDMD), สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของอินทรีย์วัตถุ (*In vitro* organic matter digestibility: IVOMD) ตามวิธีของ Markkar et al., (1995) ดัดแปลงวิธีโดย Sommart et al. (2000)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มการทดลองโดยวิธี Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1998) เพื่อการวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์ (มนต์ชัย, 2544)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร

การศึกษาพบว่าเปลือกตาลสดมีความชื้น (86.96%) และเยื่อใยสูง (47.53%) แต่มีโปรตีนหยาบต่ำ (4.25%) และมีพลังงานรวม 3,990 kcal/kg เช่นเดียวกับจากการศึกษาของ พรพรรณ และคณะ (2559) รายงานว่าเปลือกตาลสดมีปริมาณโปรตีนต่ำ (4.54%) แต่มีเยื่อใยสูง (30.10%) และมีพลังงานรวม 4,025.36 kcal/kg สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของอาหาร FTMR ที่มีระดับเปลือกตาล 70% มีค่าโปรตีนหยาบ (31.30%) และเซลลูโลส (17.83%) สูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ๆ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (Table 2) อาหาร FTMR ที่มีระดับเปลือกตาล 70% มีสัดส่วนอาหารหยาบต่ออาหารชั้นอัตราส่วน 70:30 ซึ่งเปลือกตาลมากกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ๆ จึงส่งผลให้ค่าโปรตีนหยาบและเยื่อใยหยาบสูงกว่ากลุ่มการทดลองที่อื่น ๆ จากการศึกษานี้ (2560) พบว่าอาหาร FTMR จากเปลือกและกากสับปะรดปริมาณโปรตีน (20.27%) ไม่แตกต่างจากใบกระถินสด (21.52%) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าอาหาร FTMR ที่มีระดับเปลือกตาล 50% มีความชื้น (49.42%) สูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ๆ ($P < 0.01$) ซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมา มีรายงานว่าอาหาร FTMR ควรมีความชื้นอยู่ที่ 43-63%, มีโปรตีน 14-19% และโปรตีนในอาหารสัตว์ไม่ควรต่ำกว่า 7% (ชาญชัย, 2532; สไบพร และพิชาด, 2558)

สัมประสิทธิ์การย่อยได้

จากการศึกษาพบว่าอาหาร FTMR ที่มีระดับเปลือกตาล 50% มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบสูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ๆ ในช่วงเวลาที่ 24 และ 48 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (Table 3) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอาหาร FTMR ที่มีระดับเปลือกตาล 50% มีสัดส่วนของอาหารชั้นอยู่สูง โดยเฉพาะข้าวโพดที่มีแป้งอยู่สูง (14%) ส่งผลให้การย่อยได้สูง นอกจากนี้ยังมีปริมาณเยื่อใย ADL และอัตราส่วนของอาหารหยาบต่ำ ซึ่งอาหารหรือพืชอาหารสัตว์มีปริมาณเยื่อใย ADL ที่สูงจะส่งผลให้มีความการย่อยได้ต่ำเนื่องจากสัตว์และจุลินทรีย์ในลำไส้ไม่สามารถย่อยได้ของ (บุญล้อม, 2541) จากผลการทดลองมีความสอดคล้องกับ การรายงานของ วรพงษ์ (2529) พบว่าเยื่อใย ADL ทำให้การย่อยได้ของเฮมิเซลลูโลสและเซลลูโลสลดลง แสดงว่าปริมาณเยื่อใย ADL จึงมีความสำคัญต่อการประเมินคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงสัตว์เคี้ยวเอื้อง

ปริมาณผลผลิตแก๊ส

จากการศึกษาพบว่าอาหาร FTMR ที่มีระดับเปลือกตาล 50% ปริมาณผลผลิตแก๊สสูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่น ๆ ในช่วงเวลาที่ 24 และ 48 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) (Table 3) ทั้งนี้เนื่องจากอาหาร FTMR ที่มีระดับเปลือกตาล 50% มีสัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบที่สูงโดยปกติแล้วเมื่ออาหารเข้าสู่กระเพาะรูเมนจุลินทรีย์จะใช้เวลาในการปรับตัวเพื่อเข้าสู่กระบวนการย่อย 4-8 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณแก๊สเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่หลังจาก 24 ชั่วโมงปริมาณแก๊สจะเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับและจะมีปริมาณลดลงหลังจาก 48 ชั่วโมง (เสาวลักษณ์ และคณะ, 2542)

ปริมาณแอมโมเนียในโตรเจน

จากการศึกษาพบว่าอาหาร FTMR ที่มีระดับเปลือกตาล 50% มีปริมาณแอมโมเนียในโตรเจนต่ำ

กว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ ในช่วงเวลาที่ 24 และ 48 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Table 3) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณแอมโมเนียที่เพิ่มมากขึ้นเกิดขึ้นจากการสลายโปรตีนโดยจุลินทรีย์ด้วยกระบวนการ Deamination จากนั้นจุลินทรีย์จะนำเอาแอมโมเนียไปใช้เป็นแหล่งไนโตรเจนในการดำรงชีพ

และเพิ่มจำนวน ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้กลายเป็นแหล่งโปรตีน (Microbial protein) ให้กับสัตว์เคี้ยวเอื้อง (McDonald et al., 1991) จากการศึกษาที่ผ่านมา รายงานว่า อาหาร FTMR ไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (สไปพร และพิซาด, 2558; Kim et al., 2012)

Table 2 Chemical compositions of FTMR (% on dry matter basis)

Items	FTMR			SEM
	T1	T2	T3	
Dry matter (%)	65.87 ^a	56.88 ^b	50.58 ^c	1.80
Moisture (%)	34.12 ^c	43.12 ^b	49.42 ^a	1.80
Ash (%)	10.88 ^a	8.48 ^b	7.51 ^c	0.08
Crude protein (%)	31.30 ^a	28.76 ^b	24.75 ^c	0.19
Ether extract (%)	15.54 ^b	16.60 ^a	10.57 ^c	0.26
NDF (%)	40.62 ^a	36.02 ^c	35.83 ^b	0.11
ADF (%)	29.63	23.00 ^b	17.83 ^c	0.27
ADL (%)	11.40 ^a	8.77 ^b	7.75 ^b	0.44
Hemicellulose (%)	11.65 ^c	14.63 ^b	16.15 ^a	0.32
Cellulose (%)	17.83 ^a	13.67 ^b	8.75 ^c	0.70
Gross energy (kcal/kg)	4,243.97 ^a	4,143.67 ^b	4,086.97 ^c	9.43

^{a,b,c} Means with different superscripts in row are significantly different ($P<0.01$). T1 = FTMR from sugar palm peel at 70%, T2 = FTMR from sugar palm peel at 60%, T3 = FTMR from sugar palm peel at 50%, NDF= Neutral detergent fiber, ADF= Acid detergent fiber, ADL= Acid detergent lignin, SEM = Standard error of mean

Table 3 The mean value of *in vitro* digestibility, gas production and ammonia nitrogen of FTMR

Items	Hours	FTMR			SEM
		T1	T2	T3	
IVDMD (%)	24	53.82 ^e	57.11 ^d	56.85 ^d	1.34
	48	61.09 ^c	67.39 ^b	71.22 ^a	1.20
IVOMD (%)	24	88.51	88.67	88.72	0.29
	48	94.34	94.70	95.91	0.49
Kinetics of gas production					
a (ml)		8.46 ^c	11.93 ^b	14.09 ^a	3.70
b (ml)		94.48 ^c	117.53 ^b	136.47 ^a	0.80
c (%/h)		0.04	0.04	0.04	2.86
d (ml)		102.93 ^c	129.47 ^b	150.55 ^a	0.82
Gas production(ml)	24	65.56 ^c	82.75 ^b	93.10 ^a	1.20
	48	88.10 ^c	110.89 ^b	126.35 ^a	0.81
Ammonia nitrogen (mg%)	24	20.12 ^a	11.08 ^b	3.89 ^c	2.85
	48	22.04 ^{de}	27.82 ^d	18.58 ^e	1.73

^{a,b,c} Means with different superscripts in row are high significantly different ($P<0.01$). ^{d,e,f} Means with different superscripts in row are significantly different ($P<0.01$). T1 = FTMR from sugar palm peel at 70%, T2 = FTMR from sugar palm peel at 60%, T3 = FTMR from sugar palm peel at 50%, SEM = Standard error of mean

สรุป

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าอาหาร FTMR จากเปลือกตาลอ่อนสามารถนำไปใช้ในการเลี้ยงสัตว์เพื่อทดแทนแหล่งอาหารหยาบในช่วงฤดูแล้งได้เนื่องจากมีสัมประสิทธิ์การย่อยได้และปริมาณผลผลิตแก๊สที่สูงและไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณแอมโมเนียในโตรเจน และการวิจัยในอนาคตควรมีการศึกษา *in vivo* ในตัวสัตว์ ก่อนการนำไปประยุกต์ใช้จริงต่อไป

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอพระขอบคุณทุนอุดหนุนวิจัยคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากรที่สนับสนุนงบประมาณในการทำงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2547. มาตรฐานพืชอาหารหมักของกองอาหารสัตว์. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 23 หน้า.
- ไกรสิทธิ์ วสุเพ็ญ, เฉลิมพล เยื้องกลาง, ชเวง สารคล่อง, ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาสและสุนทรวิทยาคุณ. 2549. ผลของอาหารผสมครบส่วนและอาหารผสมครบส่วนหมักต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและค่าการย่อยได้ของโภชนะในโคนมเพศผู้. แก่นเกษตร. 34: 75-82.
- จันทร์เพ็ญ ชุมแสง และพิทักษ์ อุบุญญ. 2554. การมีส่วนร่วมของประชาชนในการผลิตพลังงานทดแทนจากวัสดุเหลือทิ้งของตาลโตนด เพื่อเป็นพลังงานทางเลือก ในเขตอำเภอคีรีมาศ จังหวัดสุโขทัย. ในรายงานวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2554, สุโขทัย.
- ชาญชัย มณีมูล. 2532. การเพิ่มผลผลิตทุ่งหญ้าโดยใช้หญ้าพันธุ์ดีที่กว่าเอกสารประกอบการฝึกอบรมหลักสูตรอาหารโคเนื้อ – โคนม. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน จ.นครปฐม.
- ชาลินี ติมขลิบ. 2560. ผลของอาหารผสมเสร็จหมักจากเศษเหลือสับประรดต่อนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน, การย่อยได้โภชนะ และสมรรถนะการเจริญเติบโตของแพะลูกผสม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร
- บุญล้อม ชีวะอิสระกุล. 2541. โภชนศาสตร์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 218 หน้า.
- พรพรรณ แสนภูมิ, สุภาวดี อิมทอง, อนันท์ เชาว์เครือ, มนัสนันท์ นพรัตน์ไมตรี และชาลินี ติมขลิบ. 2559. ผลของระดับการใช้เปลือกตาลหมักร่วมกับเปลือกสับประรดทดแทนกระถินเพื่อเป็นอาหารหยาบทดแทนในช่วงฤดูแล้งต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและการย่อยได้โภชนะใน แพะลูกผสม. แก่นเกษตร. 44: 15-18.

- มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อวิเคราะห์งานวิจัยทางสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, ปรับปรุงครั้งที่ 2. ขอนแก่น
- วรพงษ์ สุริยจันทร์ทอง. 2529. ความหมายและความสำคัญของเยื่อใยในอาหารสัตว์ เอกสาร ประกอบคำสอนวิชาโภชนศาสตร์เคี้ยวเอื้อง. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 17 หน้า.
- วิโรจน์ ภัทรจินดา. 2559. TMR ยุคใหม่โคนมไทย. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 49 หน้า.
- สไบพร สุรินทร์ และพิชิต เจริญศาสตร์. 2558. ผลของการใช้ใบอ้อยและฟางข้าวในอาหารผสมเสร็จ เหม็ก (FTMR) ต่อการกินได้ การย่อยได้ และจุลินทรีย์ในรูเมนของแกะ. แก่นเกษตร. 43: 1-7
- สมศักดิ์ เกาทอง, อานูภาพ เส็งสาย, จีระศักดิ์ ชอบแต่ง และสุวรรณี เกศกมลასน์. 2553. ปริมาณ การกินได้และการย่อยได้ของอาหารผสมเสร็จหมักที่มีเปลือกสับประรดผสมในระดับต่าง ๆ ใน แพะ. รายงานผลงานวิจัยกองอาหารสัตว์ ประจำปี พ.ศ. 2553 กรมปศุสัตว์กระทรวง เกษตรและสหกรณ์. หน้า 52-64.
- เสาวลักษณ์ แยมหมื่นอาจ, บุญล้อม ชีวอิสระกุล, บุญเสริม ชีวอิสระกุล และสมคิด พรหมมา. 2542. การวัดได้ของโภชนะและค่าพลังงานในฟางข้าวโดยใช้ถุงไนลอนและการวัดปริมาณแก๊ส. ใน เอกสารประชุมวิชาการครั้งที่ 37 สาขาสัตวศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 76-85.
- AOAC. 1990 Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Cao, Y., T. Takahashi, K. Horichochi, N. Yoshida, and Y. Cai. 2010. Methane emissions from sheep fed fermented or non-fermented total mixed ration containing whole-crop rice and rice bran. Anim. Feed Sci. Technol. 157: 72-78.
- Kim, S. H., M. J. Alam, M. J. Gu, K. W. Park, C. O. Jeon, J. K. Ha, K. K. Cho, and S. S. Lee. 2012. Effect of total mixed ration with fermented feed on ruminal *in vitro* fermentation, growth performance and blood characteristics of Hanwoo steers. Asian-Australas. J. Anim. Sci. 25: 213-223
- Markkar, H., M. Blummel and K. Becker. 1995. Formation of complexes between polyvinylpyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas-production and true digestibility in vitro techniques. British J. Nutr. 73: 897-913.
- McDonald, P., A.R. Henderson and S.J.E. Heron. 1991. The Biochemistry of silage 2nd Ed. Chalcombe Publications, Marlow, England.
- Saenphoom, P., S. Chimtong, A. Chaokaur, D. Kutdaeng, T. Chanprecha and Y. Seesawhea. 2016. Nutritive value of fermented sugar palm peel with pineapple peel. Silpakorn University Science and Technology. 10: 32-27.

- SAS. 1996. User's Guide: Statistics, Version 5. edn. SAS Institute, Cary, NC
- Sommart, K., D.S. Parker, P. Rowlinson, and M. Wanapat. 2000. Fermentation characteristics and microbial protein synthesis in an *In vitro* system using cassava, rice straw and dried ruzi grass as substrates. Asian-Australas. J. Anim. Sci.13: 1084-1093.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74: 3583-3597.
- Xu, C.C, Y. Cai, J.G. Zhang, and M. Ogawa. 2007. Fermentation quality and nutritive value of a total mixed ration silage containing coffee grounds at ten or twenty percent of dry matter. J. Anim. Sci. 85: 1024-1029.
- Yuangklang, C., S. Wittayakun, K. Vasupen, C. Sarnklong, S. Wongsuttawas, P. Srinanaun, T. Keawking and B. Palaeukhum. 2004. Effect of supplemental urea-treated rice straw as fiber enhancer on voluntary feed intake, ruminal Fermentation and milk production in dairy cows fed total mixed ration. In: Proceedings of the Agricultural Seminar, Animal Science/Animal Husbandry. 27-28 January 2004, Sofitel Raja Orcid Hotel, Khonkaen, Thailand: 231-238